
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2012/2013 Academic Session

January 2013

EEK 470 – ELECTRICAL POWER DISTRIBUTION SYSTEM
[SISTEM PENGAGIHAN ELEKTRIK KUASA]

Masa : 3 jam

Please check that this examination paper consists of **THIRTEEN (13)** pages including Appendices (3 pages) of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **TIGA BELAS (13)** muka surat beserta Lampiran **TIGA (3)** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini]*

Instructions: This question paper consists **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions. All questions carry the same marks.

[Arahan: Kertas soalan ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama]

Answer to any question must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru]

“In the event of any discrepancies, the English version shall be used”.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai]

1. (a) Terangkan apakah yang dimaksudkan dengan (i) faktor kehilangan dan (ii) faktor beban. Bagaimana faktor kehilangan dikaitkan dengan faktor beban?

Explain what is meant by (i) loss factor and (ii) load factor. How is the loss factor related to the load factor?

(30 markah/marks)

- (b) Andaikan bahawa beban puncak tahunan bagi satu penyuar primer adalah 3000 kW dan jumlah kehilangan tembaga pada masa beban puncak ialah 50 kW. Jumlah tenaga tahunan yang dibekalkan kepada litar penyuar tersebut adalah 6.5×10^6 kWh.

Assume that the annual peak-load of a primary feeder is 3000 kW and the total copper loss at the time of peak load is 50 kW. The total annual energy supplied to the feeder circuits is 6.5×10^6 kWh.

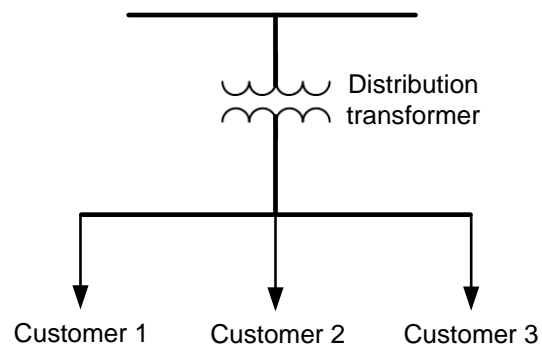
- (i) Tentukan faktor beban tahunan dan faktor kehilangan tahunan
Determine the annual load factor and the annual loss factor
- (ii) Kira jumlah kehilangan tenaga tembaga tahunan dan nilainya jika kadar tenaga ialah RM0.25/kWh

Calculate the total annual copper loss energy and its value where the energy rate is RM0.25/kWh

(30 markah/marks)

- (c) Rajah 1 menunjukkan sebuah pengubah fasa tunggal 25 kVA membekalkan kepada tiga pelanggan. Ciri-ciri pembekalan untuk setiap pelanggan di antara jam 8.00 pagi dan 6.00 petang diberikan dalam Jadual 1.

Figure 1 shows a 25 kVA single phase transformer serving three customers. The demands characteristics for the customers between 8.00 am and 6.00 pm are given in Table 1.



Rajah 1
Figure 1

Jadual 1
Table 1

Time	Cust #1	Cust #2	Cust #3
	kW	kW	kW
8 – 9 am	5	2	2
9 – 10 am	5	2	1
10 – 11 am	9	3	1
11 – 12 pm	10	3	1
12 – 1 pm	10	3	1
1 – 2 pm	12	4	1
2 – 3 pm	10	4	1
3 – 4 pm	8	5	2
4 – 5 pm	5	3	3
5 – 6 pm	5	2	6

Bagi setiap pelanggan, tentukan:

For each of the customers, determine:

- (i) Permintaan maksimum
The maximum demand
- (ii) Permintaan purata
The average demand
- (iii) Faktor beban
The load factor

Jika permintaan maksimum serentak untuk tiga pelanggan tersebut adalah 17 kW dan andaikan bahawa faktor kuasa beban adalah satu, tentukan:

If the coincident maximum demand of the three customers is 17 kW and assuming that the loads power factor is one, determine:

- (i) Faktor penggunaan pengubah
The transformer utilization factor
- (ii) Faktor kepelbagaian
The diversity factor
- (iii) Kepelbagaian beban
The load diversity

(40 markah/marks)

2. (a) Lukiskan gambarajah segaris dan terangkan skema bas pencawang berikut:
Draw the one line diagram and explain the following substation bus schemes:

- (i) skema 'main-and-transfer bus'
main-and-transfer bus scheme
- (iii) skema 'breaker-and-a-half'
Breaker-and-a-half scheme

(40 markah/marks)

- (b) Satu keluasan $2\text{km} \times 2\text{km}$ mempunyai ketumpatan beban seragam 3000 kVA/km^2 dan faktor kuasa 0.9 mengekor. Kawasan ini dibahagi kepada empat bahagian seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2. Satu pencawang terletak di tengah-tengah kawasan tersebut dan membekalkan kuasa tiga fasa $7.2/12.47\text{kV}$, 50Hz . Sistem pengagihan utama bagi setiap bahagian mengandungi satu penyuap primer $7/4.72 \text{ ACSR}$ (garisan kasar di dalam rajah) dan sepuluh sisi-sisi $7/2.11 \text{ ACSR}$ (garisan titik). Kedua-dua penyuap utama dan sisi-sisinya dibina supaya jarak purata geometri (GMD) untuk wayar tiga fasa adalah 0.8m dan andaikan suhu operasinya adalah 50°C .

A square area of $2\text{km} \times 2\text{km}$ has a uniform load density of 3000 kVA/km^2 and power factor 0.9 lag. The area is divided into four sections as shown in Figure 2. A substation located at the center of the area and supplies three-phase $7.2/12.47\text{kV}$, 50Hz power. The primary distribution system for each section consists of one $7/4.72 \text{ ACSR}$ main feeder (the dark line in the diagram) and ten $7/2.11 \text{ ACSR}$ laterals (the dotted lines). Both the main and laterals are constructed such that the geometric mean distance (GMD) for the three-phase wire is 0.8m and assume that their operating temperature is 50°C .

- (i) Kira pemalar-k bagi penyuap utama dan sisi-sisinya.

Calculate the k-constants for the main feeder and their laterals

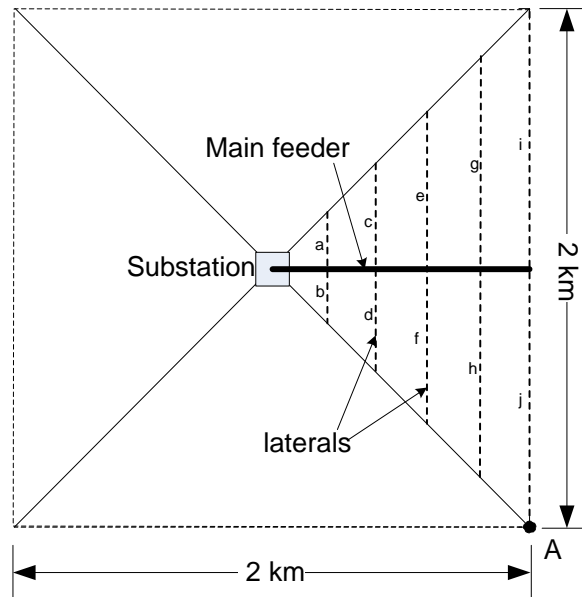
(30 markah/marks)

- (ii) Diberikan bahawa beban pada sisi-sisi adalah teragih secara seragam dan kawasan yang dibekalkan oleh sisi 'j' adalah 0.18 km^2 , kira peratus kejatuhan voltan pada titik A.

Given that the loads on the laterals are uniformly distributed and the area served by lateral 'j' is 0.18 km^2 , calculate the percent voltage drop at point A.

(30 markah/marks)

...7/-



Rajah 2
Figure 2

3. (a) Sebuah pencawang pengagihan dibina untuk membekalkan kuasa kepada satu kawasan pembangunan baru. Jarak di antara pencawang dan pusat beban pada kawasan tersebut adalah 1 batu. Pencawang akan membekalkan kuasa 3-fasa dengan voltan nominal 2.4/4.16 kV kepada beban industri, rumah kediaman dan lampu jalan. Permintaan dan kuantiti bagi setiap beban disenaraikan di dalam Jadual 2.

A distribution substation is built to serve a new developed area. The distance between the substation and the load center of the area is 1 mile. The substation will supply 3-phase power with nominal voltage 2.4/4.16 kV to the industrial, residential and street lighting loads. The demand and the quantity of the loads are given in Table 2.

Jadual 2
Table 2

Type of loads	Maximum demand (kVA)	3-phase/ single-phase	Quantity
Industrial	200	3-phase	2
Residential	6	single-phase	56
Street Lighting	2	single-phase	30

- (i) Rekabentuk satu sistem pengagihan primer jenis jejari dengan satu penyuar ekspres daripada bas pencawang sekunder ke pusat beban. Rekabentuk ini mestilah mencakupi:

Design a radial-type primary distribution system with an express feeder from the substation secondary bus to the load center of the service area.

The design should include:

- Gambarajah segaris untuk sistem pengagihan tersebut
The one line diagram of the distribution system
- Saiz minimum konduktor tembaga untuk penyuar ekspres jika ia direka mengikut '*thermally limited*' (ciri-ciri konduktor tembaga diberikan dalam Lampiran B)
- *The minimum size of copper conductor for the express feeder if the feeder is designed to be thermally limited (the characteristics of copper conductor are given in Appendix B)*

- Kapasiti pencawang pengagihan yang diperlukan jika ia direka untuk beroperasi pada kadar 80% daripada kapasiti penuh.

The required capacity of the distribution substation if it is designed to operate at 80% of full capacity

(40 markah/marks)

- (ii) Jika voltan talian ke talian pada pusat beban ialah 4.16 kV, kira nilai voltan talian ke talian yang diperlukan pada bus sekunder pencawang (gunakan carta dalam Lampiran C untuk mendapatkan pemalar-k konduktor).

If the line to line voltage at the load center is 4.16 kV, calculate the line-to-line voltage at the substation secondary bus (use the chart in Appendix C to find the k-constant of the conductor).

(30 markah/marks)

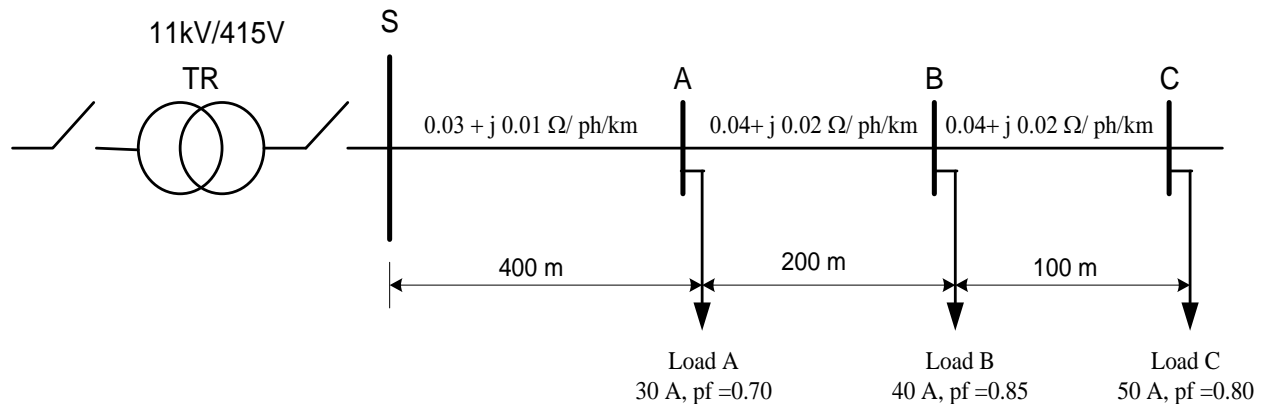
- (b) Lukiskan gambarajah segaris untuk satu sistem Perbankan Sekunder. Jelaskan mengapa sistem Perbankan Sekunder digunakan dalam sistem pengagihan?

Draw the one line diagram of a Secondary Banking system. Explain why Secondary Banking system is used in distribution system?

(30 markah/marks)

4. Suatu sistem pengalihan elektrik kuasa radial tiga fasa, empat wayar 415 V, 50 Hz mempunyai tiga buah penyuap seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4. Seluruh penyuap dibekalkan oleh sebuah pengubah tiga fasa dan beban pada tiap-tiap penyuap ialah 30A dengan faktor kuasa 0.70 mengekor, 40 A dengan faktor kuasa 0.85 mengekor dan 50A dengan faktor kuasa 0.80 mengekor.

A radial power distribution system 415 V three-phase, four-wire, 50 Hz has three feeders such as shown in Figure 4. The feeders supplied by a three-phase transformer and loads each feeder of 30 A with power factor 0.70 lag, 40 A with power factor 0.85 lag and 50 A with power factor 0.80 lag.



Rajah 4
Figure 4

- (a) Jika kapasiti maximum daripada pengubah (kVA) ditentukan oleh 0.8 daripada beban maximum. Tentukan kadaran kVA daripada transformer tersebut.

If the maximum capacity transformer (kVA) obtained by the 0.8 of maximum load. Determine kVA rating of that transformer.

(25 markah/marks)

- (b) Tentukan kejatuhan voltan pada titik persambungan feeder (A, B and C)

Determine the voltage drop at each joint point of the feeders (A, B and C)

(25 markah/marks)

- (c) Tentukan faktor kuasa pengubah

Determine transformer power factor.

(25 markah/marks)

- (d) Tentukan kehilangan kuasa total pada sistem pengagihan ini

Determine total power loss of this power distribution system.

(25 markah/marks)

5. Suatu penyuaip khas daripada sistem pengagihan kuasa 415V, 50 Hz daripada sebuah kilang mempunyai jumlah motor aruhan sebanyak ialah 150 hp, kecekapan 0.80 dan faktor kuasa mengekor 0.70. Sistem ini memerlukan pembetulan faktor kuasa kepada 0.9 mengekor.

A special feeder of 415V, 50 Hz power distribution in an industry has total induction motor of 150 hp, efficiency 0.80 and power factor 0.70 lag. Its necessary to correct the power factor to be 0.9 lag.

- (a) Tentukan bank kapasitor dalam kVAR, jika bank kapasitor mempunyai kehilangan 4% .

Determine the capacitor bank needed in kVAR, if the capacitor bank has 4% losses.

(30 markah/marks)

- (b) Jika bank kapasitor disambung secara delta, tentukan nilai kapasiti per fasa daripada kapasitor dalam micro-farad.

If the capacitor bank is to be delta connected, determine of value the capacitance per phase in micro-farad.

(30 markah/marks)

- (c) Jika beban motor-motor dibahagi menjadi motor agihan 75 hp dengan kecekapan 0.8 dan faktor kuasa 0.7, dan motor segerak 30 hp dengan kecekapan 90%. Tentukan faktor kuasa motor segerak jika motor segerak tersebut beroperasi pada beban penuh kVA untuk membetulkan faktor kuasa menjadi ke 0.9 mengekor.

If the motors load is divided as 75 hp induction motors with the efficiency 0.8 and 30 hp synchronous motor with efficiency 90%. Determine power factor of the synchronous motor if the synchronous motor operated on full kVA load to correct the power factor become to 0.9 lag.

(40 markah/marks)

6. Sebuah pengubah 30 MVA, 132 kV/33kV, delta-star dilindungi dengan suatu sistem perlindungan pembeza pincang. Pengubah dibekalkan dari suatu grid 132 kV. Nisbah arus bagi pengubah arus pada bahagian 132 kV ialah 250/5 A.

A 30 MVA, 132 kV/33kV, delta-star transformer is to be protected by a biased differential protection system. The transformer is supplied from a 132 kV grid. The current ratios of the current transformers on the 132 kV side are 250/5 A.

- Lakarkan rekabentuk litar skema bagi sistem perlindungan tersebut.

Design the schematic circuit of that protection system.

(40 markah/marks)

- Tentukan nisbah arus yang sesuai bagi CT perlindung pada bahagian 33 kV, di mana arus operasi nominal geganti ialah 5 A.

Determine suitable current ratios for the protection CTs on 33 kV side, where the nominal operating current of relay is 5 A.

(30 markah/marks)

- Kira arus primer dan sekunder untuk kedua-dua CTs. Abaikan galangan pada kabel.

Calculate the primary and secondary current of both CTs. Ignore the impedances of the cable.

(30 markah/marks)

Appendix A: Characteristics of ACSR/AAC conductor**[EEK 470]**

<i>TYPE</i>	<i>CONDUCTOR</i> <i>AREA</i> <i>(mm²)</i>	<i>APPROXIMATE</i> <i>DIAMETER</i> <i>(mm)</i>	<i>RESISTANCE</i> <i>AT 20°C (Ω/km)</i>	<i>MAX LOAD</i> <i>(BREAKING)</i> <i>(kN)</i>	<i>CURRENT</i> <i>CARRYING</i> <i>CAPACITY (A)</i>
ACSR 7/2.11	20	6.33	1.40	7.61	105
ACSR 7/3.55	50	10.05	0.55	18.25	193
ACSR 7/4.09	80	12.27	0.371	27.00	250
ACSR 7/4.72	100	14.15	0.280	34.40	300
ACSR 3 7/2.59	150	18.13	0.180	67.30	400
AAC 7/2.2	22	6.00	1.54	6.45	95
AAC 7/3.15	55	9.45	0.62	16.03	189
AAC 7/3.81	80	11.43	0.425	23.4	225
AAC 7/4.26	100	12.78	0.340	29.6	295
AAC 7/3.15	148	15.75	0.23	43.5	375

Calculate resistance at other temperature using the following equation:

$$R_T = R_{20}[1 + 0.00403(T - 20)]$$

Appendix B: Characteristics of copper conductor**[EEK 470]**

Size of conductor (A.W.G.)	Number of strands	Outside diameter (Inches)	Breaking strength (Pounds)	Approximate current carrying capacity (A)
4/0	7	0.528	9164	460
3/0	7	0.464	7366	420
2/0	7	0.414	6926	360
1/0	7	0.368	4152	310
1	7	0.326	3604	270
2	3	0.300	2913	240
2	1	0.255	3003	220
3	3	0.285	2359	200
3	1	0.220	2439	190
4	3	0.254	1879	180
4	1	0.204	1970	170
5	3	0.226	1505	160
5	1	0.181	1591	140
6	3	0.201	1206	130
6	1	0.162	1280	120
7	1	0.144	1030	110
8	1	0.128	628	90

